

Применение обогащенной тромбоцитами плазмы при замещении очага аваскулярного некроза головки бедренной кости аллотрансплантатами

А.А. Корыткин, А.А. Зыкин, Д.В. Захарова, Я.С. Новикова

ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России
Верхне-Волжская набережная, д. 18, 603155, г. Нижний Новгород, Россия

Реферат

Аваскулярный некроз головки бедренной кости поражает в основном лиц трудоспособного возраста. На сегодняшний день отсутствуют четкие алгоритмы его лечения, позволяющие отсрочить выполнение первичного, а следовательно, и ревизионного тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. Органосохраняющее хирургическое лечение с замещением очага некроза на стадиях до формирования импрессионного перелома является предпочтительным вариантом, при этом данная хирургическая тактика может быть эффективной и на более поздних этапах заболевания. Одним из возможных путей, позволяющих усилить регенерационный потенциал организма для успешного восстановления костной ткани, является применение аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы (PRP — platelet-rich plasma).

В статье представлен клинический пример использования PRP в лечении пациента 37 лет с аваскулярным некрозом головки левой бедренной кости на стадии фрагментации (4B по классификации ARCO). PRP получали путем центрифугирования в течение 5 мин при скорости 1500 об/мин 15 мл аутологичной цельной венозной крови пациента, отобранной в специализированный двойной шприц. Непосредственно перед применением измельченные костные трансплантаты и основной объем PRP смешивали и плотно утрамбовывали в ложе головки бедренной кости, образовавшееся после удаления некротической ткани. В шприце оставляли 0,3–0,4 мл обогащенной тромбоцитами плазмы, которую вводили в замещенную трансплантатами зону некроза. Через 6 мес. после операции на изображениях КТ-срезов и рентгенограммах таза пациента отмечались признаки реорганизации костной ткани, сохранялась сферичность головки бедренной кости. Интенсивность болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале, количество баллов по шкале Харриса и шкале для оценки нарушений при остеоартрозе тазобедренного сустава (HOOS) до лечения составили 60 мм, 45 и 33 балла соответственно, после лечения — 10 мм, 78 и 78 баллов.

Таким образом, замещение зоны очага аваскулярного некроза трансплантатами в сочетании с обогащенной тромбоцитами плазмой при проведении органосохраняющих операций позволяет отсрочить операции тотального эндопротезирования тазобедренного сустава не только на ранних, но и на более поздних стадиях АНГБК.

Ключевые слова: аваскулярный некроз головки бедренной кости, обогащенная тромбоцитами плазма, костная пластика, объединенная система классификации перипротезных переломов.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-1-115-122

Корыткин А.А., Зыкин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С. Применение обогащенной тромбоцитами плазмы при замещении очага аваскулярного некроза головки бедренной кости аллотрансплантатами. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(1):115-122. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-1-115-122.

Cite as: Korytkin A.A., Zykin A.A., Zakharova D.V., Novikova Ya.S. [Bone Grafting Enhanced by Platelet-Rich Plasma in Treatment of Avascular Necrosis of Femoral Head]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(1):115-122. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-1-115-122.

Новикова Яна Сергеевна. Верхне-Волжская набережная, д. 18, 603155, г. Нижний Новгород, Россия / Yana S. Novikova. 18, Verkhne-Volzhskaaya naberezhnaya, 603155, Nizhny Novgorod, Russian Federation; e-mail: novikova_jana@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 10.09.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 30.11.2017.

Bone Grafting Enhanced by Platelet-Rich Plasma in Treatment of Avascular Necrosis of Femoral Head

A.A. Korytkin, A.A. Zykin, D.V. Zakharova, Ya.S. Novikova

Privolzhsky Research Medical University

18, Verkhne-Volzhsкая naberezhnaya, 603155, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Abstract

Treatment of avascular necrosis of the femoral head is an issue of current interest while it affects young and employable people. So far there is no well-defined strategy of management which would help to postpone hip arthroplasty and further revision procedure. Hip sparing surgical treatment of avascular necrosis of the femoral head by bone grafting prior to head collapse proved to be a viable option not only during early stages of disease but also at advanced stages. Platelet-rich plasma (PRP) addition to treatment plan potentially helps improving bone regeneration in situ.

In this article the authors present a case of a 37 years old patient with avascular necrosis of the femoral head at a fragmentation stage (type 4B by ARCO). The authors centrifuged 15 ml of autologous whole blood (1500 RPM) obtained by a special double-contoured syringe. During the surgical stage of treatment PRP and morselized bone graft were mixed to introduce and impact into the debrided zone of avascular necrosis. The authors also introduced 0.3–0.4 ml of PRP into the debrided zone of avascular necrosis after bone grafting. At 6 months follow-up CT images of the studied patient demonstrated signs of bone reorganization and no loss of femoral head sphericity. Preoperative Visual Analogue Scale (VAS), Harris Hip Score (HHS) and Hip disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS) prior to treatment were 60, 45 and 33 points respectively. Postoperative VAS, HHS and HOOS scores were 10, 78 and 78 respectively. In the authors' opinion, impaction bone grafting enhanced by PRP helps obtaining good and excellent outcomes not only at early but also at advanced stages of avascular necrosis.

Keywords: avascular necrosis of the femoral head, platelet-rich plasma, bone grafting.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-1-115-122

Consent for publication: the patient provided voluntary consent for publication of case data.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Введение

Высокая распространенность заболеваний тазобедренного сустава у лиц молодого возраста определяет медицинскую и социальную значимость проблемы их лечения. Среди различных дегенеративно-дистрофических заболеваний тазобедренного сустава особое место занимает аваскулярный некроз головки бедренной кости (АНГБК), который поражает в основном мужчин в возрасте от 25 до 45 лет и, быстро прогрессируя, приводит к стойкой инвалидизации больных [1, 2].

Консервативное лечение пациентов с АНГБК включает разгрузку пораженного сустава для препятствия деформации головки бедра и физиотерапию. Однако ограничение осевой нагрузки на сустав чаще всего оказывается безуспешным и более чем в 85% случаев приводит к коллапсу головки бедренной кости. На сегодняшний день не подтверждена эффективность использования фармакологических препаратов, которые применяются для лечения АНГБК. При неэффективности консервативной терапии требуется хирургическое лечение [1].

Молодой возраст большинства пациентов с АНГБК является неблагоприятным фактором

для эндопротезирования, поэтому на сегодняшний день одним из перспективных направлений в лечении аваскулярного некроза является поиск возможностей сохранить головку бедренной кости пациента, используя для этих целей материалы, замещающие костный дефект [3]. Для заполнения очага остеонекроза при выполнении открытых операций используются ауто- и аллотрансплантаты, а также синтетические биорезорбируемые материалы. Важную роль в вопросе выбора замещающего материала играют не только его прочностные характеристики, позволяющие предотвратить импрессионный перелом головки бедренной кости, но и возможность создания необходимых благоприятных условий для ремоделирования костной ткани в очаге некроза на протяжении всего периода лечения пациента [4–6].

В ряде работ, посвященных лечению дегенеративно-дистрофических заболеваний костей и суставов, обогащенная тромбоцитами плазма (PRP — platelet-rich plasma), содержащая различные факторы роста, рассматривается как агент, позволяющий управлять биологическим потенциалом собственного организма [7–10]. На основании вышеизложенного можно предположить,

что создание оптимальных условий для восстановления структуры головки бедренной кости при АНГБК может осуществляться путем совместного использования замещающих зону очага некроза трансплантатов и обогащенной тромбоцитами плазмы.

Нами представлены результаты лечения пациента с аваскулярным некрозом головки левой бедренной кости на стадии фрагментации (4B по классификации ARCO), включающие проведение открытого хирургического вывиха через доступ Ganz и замещение очага некроза аллотрансплантатами с добавлением обогащенной тромбоцитами плазмы. Пациент дал информированное добровольное согласие на обработку и публикацию персональных данных.

Клиническое наблюдение

Пациент П. 37 лет поступил в нашу клинику в феврале 2017 г. по поводу приобретенной деформации головки левой бедренной кости вследствие аваскулярного некроза. Диагноз при поступлении: левосторонний диспластический коксартроз 1–2 стадии, комбинированный фемороацетабулярный импинджмент. Из анамнеза известно, что в 2012 г. пациента стали беспокоить боли в тазобедренном суставе. Больной получал консервативное лечение, включающее короткие курсы нестероидных противовоспалительных средств (НПВС), хондропротекторы, физиотерапевтическое лечение, занятия лечебной физкультурой с краткосрочным положительным эффектом. Начиная с 2015 г. боли усиливались, консервативное лечение не приносило существенного улучшения.

При поступлении больной предъявлял жалобы на боли и ограничение движений в левом тазобедренном суставе, слабость мышц левого бедра, невозможность ходьбы без средств опоры. Пациент передвигался при помощи трости в пределах 500 м, наблюдалась хромота. При объективном осмотре были установлены следующие объемы движений в тазобедренном суставе: разгибание/сгибание — 0/0/100°, отведение/приведение — 10/0/5°, наружная/внутренняя ротация (нога разогнута) — 5/0/0°. Интенсивность болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) составляла 60 мм. Оценка функциональных результатов по Harris Hip Score (HHS) — 45 баллов, по Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS) — 33 балла.

По данным рентгенологического обследования установлено: головка бедренной кости умеренно деформирована, преимущественно за счет импрессионных изменений в средних, краниальных и наружных отделах, располагается в проекции уплощенной вертлужной впадины, чуть ближе к ее верхнему полюсу, слабо латерализована. Перекрытие головки неполное. В медиальных и каудальных от-

делах головки просматриваются множественные кистовидные просветления. Импрессированные и фрагментированные отделы головки располагаются в обрамлении неравномерных зон остеосклероза. R-суставная щель умеренно и неравномерно расширена соответственно области импрессии. Субхондральные слои склерозированы. Краевые костные разрастания выражены весьма умеренно. Шейка бедренной кости вальгирована. Заключение: аваскулярный некроз головки бедренной кости на стадии фрагментации, коксартроз 2 степени с кистовидной перестройкой на фоне дисплазии (рис. 1).

Для уточнения характера патологических изменений, размеров очага некроза и определения тактики лечения пациенту было назначено дополнительное обследование — мультиспиральная компьютерная томография тазобедренных суставов (КТ-сканер Toshiba Aquilion 32, Япония).

По результатам компьютерной томографии установлено, что треть головки левой бедренной кости занимает зона сниженной гомогенной плотности со склерозированными контурами и локальным импрессионным переломом в верхних центральных отделах с включением воздуха в зоне импрессии. Размеры патологической зоны — 23×35×20 мм (рис. 2).

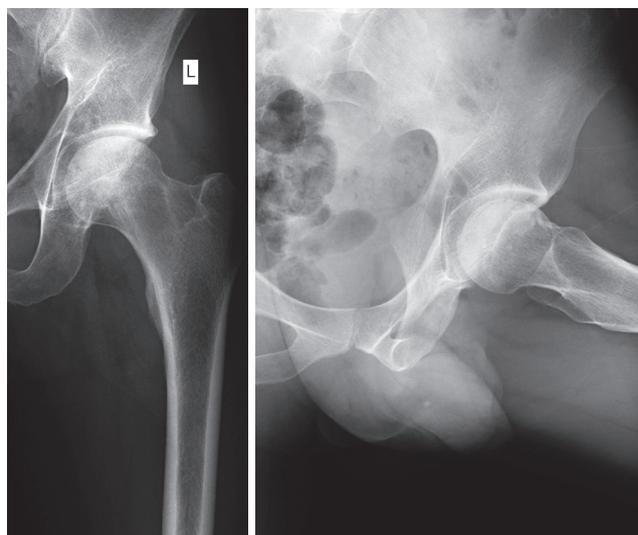


Рис. 1. Рентгенограммы пациента П. при поступлении. Имеется очаг аваскулярного некроза головки левой бедренной кости на стадии фрагментации (4B по классификации ARCO)

Fig. 1. AP and lateral X-rays of the left hip of the patient P. at admission.

Area of avascular necrosis of the left femoral head at fragmentation stage (type 4B by ARCO)

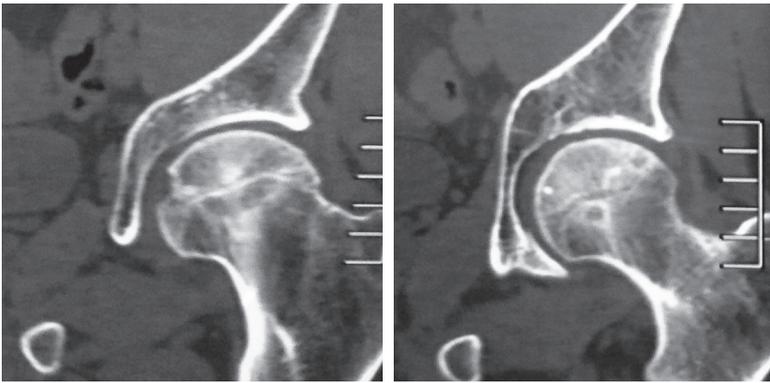


Рис. 2. КТ-срезы левого тазобедренного сустава пациента П. перед оперативным лечением, отображающие очаг разрушения: 30% головки бедренной кости занимает зона сниженной гомогенной плотности со склерозированными контурами и локальным импрессионным переломом

Fig. 2. CT scan of the left hip joint of the patient P. prior to surgical treatment with area of damage: 30% of femoral head represents a zone of homogenous low density with sclerotic outline and local impression fracture

По результатам осмотра, рентгенографии и КТ установлен клинический диагноз: приобретенная деформация головки левой бедренной кости вследствие аваскулярного некроза, комбинированный фемороацетабулярный импинджмент, кистовидные изменения головки бедренной кости. На основании диагноза принято решение о проведении оперативного вмешательства — остеотомии большого вертела левой бедренной кости, открытого хирургического вывиха головки бедренной кости через доступ Ganz, удаления САМ-наростов, образовавшихся на фоне прогрессирования АНГБК, рефиксации Labrum, удаления очага некроза при помощи высокоскоростных буров с замещением губчатыми аллотрансплантатами и обогащенной тромбоцитами плазмой, фиксация вертела винтами.

Утром в день операции выполняли забор крови пациента в объеме 15 мл в специализированный двойной шприц, содержащий 1 мл антикоагулянта (цитрат натрия) и центрифугировали в течение 5 мин при скорости 1500 об/мин. Было получено 5 мл обогащенной тромбоцитами плазмы, которая в течение 4 ч с момента забора крови использовалась при проведении операции. Подготовка крови по описанной методике позволяет получить обогащенную тромбоцитами плазму с высоким содержанием в ней факторов роста и значительно сниженным количеством лейкоцитов [11].

Техника операции. Положение пациента — на боку с фиксированным в позиционере тазом. После предварительной разметки линейным разрезом длиной 12 см по латеральной поверхности в верхней трети левого бедра был осуществлен доступ к большому вертелу бедренной кости. Сверлом диаметром 2,4 мм сформированы каналы для последующей фиксации винтами. Осцилляторной пилой выполнена flip-osteotomy большого вертела на расстоянии 15 мм от его верхушки. Элеватором Кобба мобилизована передняя поверхность капсулы тазобедренного сустава, Z-образным разрезом открыта головка бедренной кости. Для выявления конфликтующих поверхностей выполнен импинджмент-тест. Произведена

дислокация головки бедренной кости кпереди. С использованием долот удалены наросты на шейке и головке бедренной кости. Высокоскоростными бурами произведена шлифовка шейки бедренной кости. Для доступа к очагу некроза на границе головки и шейки бедренной кости сформировано окно. Произведено удаление некротической ткани. Содержимое очага аваскулярного некроза взято на гистологическое исследование.

Выполнена импакционная костная пластика с использованием аллотрансплантатов и обогащенной тромбоцитами плазмы. Непосредственно перед применением измельченные трансплантаты и основной объем PRP смешаны в специальной емкости. Смесь плотно утрамбована в ложе головки бедренной кости, образовавшееся после удаления некротической ткани. В шприце были оставлены 0,3–0,4 мл PRP, которая вводилась в замещенную трансплантатами зону некроза. Головка вправлена в вертлужную впадину. Произведено ушивание капсулы сустава. Фрагмент большого вертела фиксирован двумя кортикальными винтами с диаметром 4,5 мм, длиной 70 и 75 мм. Рана послойно ушита, наложена асептическая повязка. Операция длилась 1 ч 45 мин. Кровопотеря составила 150 мл. Заключение гистологического исследования: аваскулярный некроз костной ткани.

Ранний послеоперационный период протекал спокойно. Пациент был выписан спустя 8 дней после операции с улучшением. При выписке передвигался на костылях в пределах 200 м с частичной опорой на оперированную конечность. Объем движений в оперированном суставе увеличился: разгибание/сгибание — 0/0/100°, отведение/приведение — 30/0/10°, наружная/внутренняя ротация (нога разогнута) — 10/0/10°. Первые четыре недели пациент при выраженном болевом синдроме принимал НПВС, в дальнейшем прием НПВС не требовался.

При осмотре через 6 мес. после проведенного лечения болевой синдром существенно уменьшился. Интенсивность болевого синдрома по ВАШ составляла 10 мм. Пациент без трудностей передвигался с опорой на трость на расстояние

1000 м, далее он испытывал чувство усталости, которое проходило после пятиминутного отдыха. Результатом операции пациент доволен. Оценка функциональных результатов по NHS — 78 баллов, по HOOS — 78 баллов. На изображениях КТ-срезов и рентгенограммах таза отмечались признаки реорганизации костной ткани, сохранялась сферичность головки бедренной кости (рис. 3).

Обсуждение

На поздних стадиях АНГБК как правило выполняется тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава [12]. Органосохраняющее хирургическое лечение с замещением очага некроза костными трансплантатами является предпочтительным вариантом выбора на ранних стадиях АНГБК. При этом данная хирургическая тактика может быть эффективной и на более поздних этапах заболевания, о чем свидетельствует наш клинический пример.

Полученный положительный эффект лечения, по нашему мнению, связан с усилением регенерационного потенциала организма вследствие применения аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмы. Известно, что после активации из альфа-гранул тромбоцитов в окружающие ткани выделяются различные факторы роста, включая тромбоцитарный фактор роста (PDGF), васкулоэндотелиальный фактор роста (VEGF), фактор роста фибробластов 2 (FGF-2), трансформирующий фактор роста бета (TGF-β), эпидермальный фактор роста (EGF), инсулиноподобный фактор роста (IGF) и биологически активные молекулы, такие как

эндостатины, ангиопоэтины и тромбоспондин I [13]. Факторы роста, содержащиеся в PRP, ускоряют митогенез, хемотаксис, дифференциацию и метаболизм клеток, участвуют в удалении некротизированных клеток и ослаблении воспалительной реакции [14, 15]. Они могут усиливать прикрепление остеобластов человека к мембранам и, как следствие, индуцировать репаративный остеогенез [16].

PRP стимулирует ангиогенез и способна улучшать микроциркуляцию крови в пораженной аваскулярным некрозом головке бедренной кости при органосохраняющем лечении. В нашем случае активация тромбоцитов стимулировалась путем добавления в шприц для центрифугирования крови хлорида кальция (специализированная готовая коммерческая система для получения обогащенной тромбоцитами плазмы с использованием двойного шприца). Плазма крови, помимо различных факторов роста, также богата фибрином и выполняет функцию биологического клея, способствуя успешному ремоделированию костной ткани [17, 18].

В научной литературе представлено большое количество исследований биологических эффектов PRP, в частности ее влияния на репаративный остеогенез. В экспериментах *in vitro* было показано, что PRP увеличивает эндогенную секрецию гиалуроновой кислоты синовиальными фибробластами [19]. В исследованиях *in vivo* M. Yazawa с соавторами доказали, что введение PRP ускоряет формирование кости у кроликов [20]. N. Velich с соавторами в экспериментах на собаках установили, что использование PRP стимулирует остеогенез

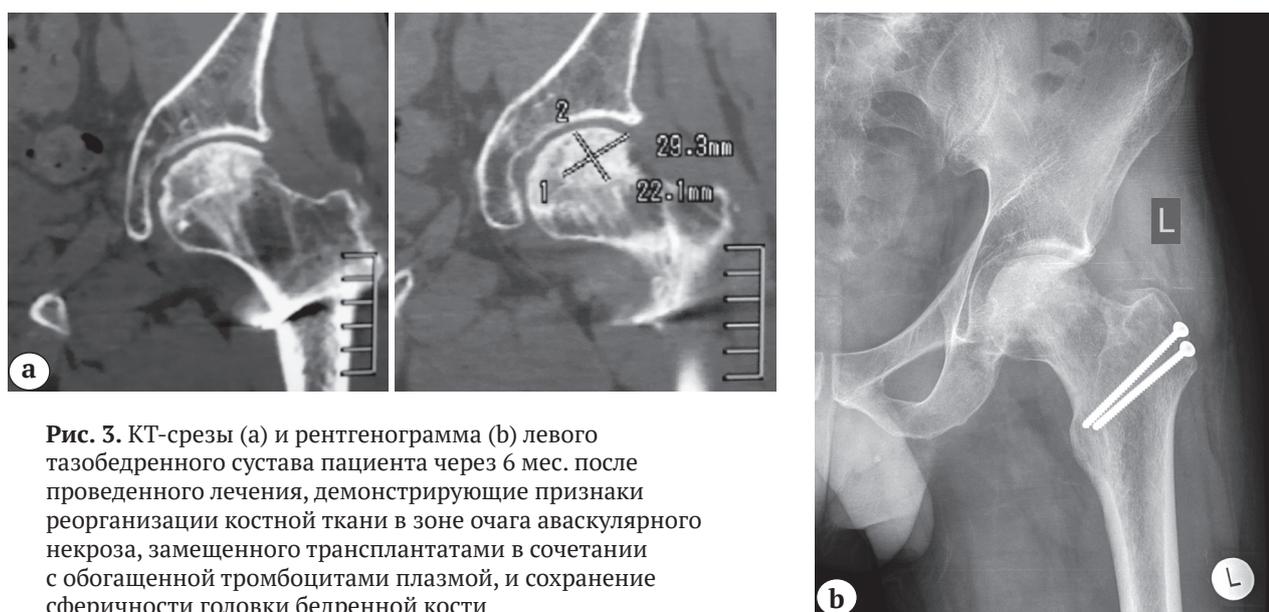


Рис. 3. КТ-срезы (а) и рентгенограмма (б) левого тазобедренного сустава пациента через 6 мес. после проведенного лечения, демонстрирующие признаки реорганизации костной ткани в зоне очага аваскулярного некроза, замещенного трансплантатами в сочетании с обогащенной тромбоцитами плазмой, и сохранение сферичности головки бедренной кости

Fig. 3. CT scan (a) and AP X-ray (b) of the left hip 6 months after the surgical treatment, visualizing the reorganization of bone tissue in the avascular necrosis zone substituted with bone grafts enhanced with platelet-rich plasma and preserved femoral head outline

и ремоделирование в синтетическом остеокондуктивном заменителе кости при замещении дефектов нижней челюсти [21]. Формирование новой костной ткани в большеберцовой кости собак и эффективность остеоинтеграции были показаны при совместном применении PRP и аутотрансплантатов из гребня подвздошной кости [22].

Более десяти лет PRP применяется в челюстно-лицевой и пластической хирургии [15]. А. Wojtowicz с соавторами сообщили, что через 10 мес. после направленной тканевой регенерации с использованием PRP и неорганической бычьей кости у 17-летнего пациента, пострадавшего в автомобильной аварии, под воздействием факторов роста с двух сторон от дефекта наблюдалось оригинальное трабекулярное строение интактной кости, повторяющей обычный путь ее регенерации [23]. Т. Оуама с соавторами установили, что PRP является безопасным и эффективным источником для формирования новой кости, который усиливает остеогенез при пластике альвеолярной кости и при расщелине неба у пациентов [24].

В последнее десятилетие активно изучается эффективность применения обогащенной тромбоцитами плазмы в травматологии и ортопедии, в частности при лечении пациентов с заболеваниями крупных суставов (артрозы, артриты, тендиниты, повреждения менисков, патология хрящевой ткани и др.) [7–9, 15, 18, 25, 26]. Доказано положительное влияние PRP на врастающий сухожильный трансплантат после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава [18]. Внутрисуставное введение PRP при лечении пациентов с терминальными стадиями гонартроза улучшает функцию коленного сустава и уменьшает выраженность болевого синдрома в период подготовки к эндопротезированию [7]. Л.Ю. Широкова с соавторами показали, что локальное применение обогащенной тромбоцитами плазмы у больных гонартрозом эффективно для лиц с начальными проявлениями гонартроза, в то время как терапия PRP пациентов с тяжелым гонартрозом, осложненным синовитом, не привела к положительным результатам [8].

Анальгезирующий эффект PRP достигается за счет высвобождения специфических пептидов протеазных рецепторов из активированных тромбоцитов [18]. Имеются данные о высокой эффективности локальной терапии болевого синдрома большого вертела обогащенной тромбоцитами плазмой, превосходящей эффективность применения глюкокортикостероидов [27]. М. Sanchez с соавторами показали, что инъекционное (местное) применение PRP при атрофическом несращении переломов с недостаточным кровоснабжением способствует образованию костной мозоли [28].

Полученный нами положительный результат лечения АНГБК согласуется с мнением авторов, описывающих опыт использования PRP при хирургическом лечении аваскулярного некроза [25, 26, 28, 29]. J. Guadilla с соавторами использовали артроскопию и метод core-декомпрессии, выполняемые под рентгеноскопическим контролем. При малых очагах некроза лечение проводили артроскопически: зоны некроза насыщали PRP, подавая ее через троакар. При большом объеме некротизированной ткани осуществляли открытый вывих, обработку зоны некроза и заполнение ткани костным аутотрансплантатом, смешанным с PRP. Авторы пришли к выводу, что применение PRP при лечении АНГБК индуцирует ангиогенез [25]. Использование подобной оперативной техники другой группой исследователей при лечении пациентов с АНГБК привело к полному купированию болевого синдрома и перестройке зон аваскулярного некроза в нормальную костную ткань [26]. Авторы отмечают, что в идеале необходимо использовать костные аутотрансплантаты, смешанные с PRP. В нашем случае для пластики костного дефекта мы использовали губчатый аллотрансплантат с PRP и получили хороший результат лечения. Полагаем, что аллотрансплантат также подходит в качестве костнопластического материала для остеопластики с применением обогащенной тромбоцитами плазмы.

В серии исследований после открытой декомпрессии головки бедренной кости использовалась смесь PRP и аутологичного костного мозга, которая вводилась в зону некроза. Из 73 пациентов с ранними стадиями АНГБК (ст. 1 и 2 по классификации Ficat) у 16 прогрессирование заболевания остановить не удалось, и пациентам потребовалось тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава [28].

J. Pak с соавторами описали следующее клиническое наблюдение. Пациенту с ранней стадией АНГБК лечение проводили путем инъекций смеси PRP и стволовых клеток, выделенных из аутологичной жировой ткани, в головку бедренной кости под контролем УЗИ. Процедуру повторяли еженедельно в течение месяца. Наблюдалось значительное улучшение состояния пациента. Через 3 мес. после начала лечения, по данным МРТ, очаг некроза трансформировался в костную ткань [29].

Исследователи сходятся во мнении, что применение обогащенной тромбоцитами плазмы для лечения АНГБК достаточно перспективно и показывает хорошие симптоматические и функциональные исходы у большинства пациентов. Однако важно продолжать дальнейшие исследования для определения четких алгоритмов лечения АНГБК, конкретных методик подготовки PRP, оптимального количества и эффективных комплексов с другими веществами для введения на начальных эта-

пах заболевания, способов ее интраоперационного применения при наличии больших очагов некроза и оценки последствий в отдаленные сроки.

Преимуществами обогащенной тромбоцитами плазмы являются быстрота и простота ее получения из собственной крови пациента непосредственно в операционной. Вещества, содержащиеся в PRP, являются аутогенными, то есть полностью совместимыми, и не вызывают нежелательных реакций со стороны организма пациента. Недостатком PRP является отсутствие у нее прочностных характеристик, которые необходимы при операциях на опорных частях скелета, однако эту проблему можно решить путем совместного использования PRP и костнопластических материалов [14].

Таким образом, проблема лечения аваскулярного некроза головки бедренной кости остается весьма острой и требует дальнейшего изучения, поскольку заболевание затрагивает лиц молодого возраста и имеет неблагоприятный прогноз. Совместное использование замещающих зону очага аваскулярного некроза трансплантатов и обогащенной тромбоцитами плазмы при проведении органосохраняющих операций представляется эффективным способом отсрочки операции тотального эндопротезирования тазобедренного сустава не только на ранних, но и на более поздних стадиях АНГБК. Однако для полноценной оценки его эффективности требуются дополнительные клинические и экспериментальные исследования.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

- Ахтямов И.Ф., Коваленко А.Н., Анисимов О.Г., Закиров Р.Х. Лечение остеонекроза головки бедра. Казань: Скрипта; 2013. 176 с. Akhtyamov I.F., Kovalenko A.N., Anisimov O.G., Zakirov R.Kh. Lechenie osteonekroza golovki bedra [Treatment of osteonecrosis of the femoral head]. Kazan: Scripta; 2013. 176 p. (in Russian).
- Zhao D., Liu B., Wang B., Yang L., Xie H., Huang S., Zhang Y., Wei X. Autologous bone marrow mesenchymal stem cells associated with tantalum rod implantation and vascularized iliac grafting for the treatment of end-stage osteonecrosis of the femoral head. *Biomed Res Int.* 2015;2015:240506. DOI: 10.1155/2015/240506.
- Gasbarra E., Perrone F.L., Baldi J., Bilotta V., Moretti A., Tarantino U. Conservative surgery for the treatment of osteonecrosis of the femoral head: current options. *Clin Cases Miner Bone Metab.* 2015;1(3):43-50. DOI: 10.11138/ccmbm/2015.12.3s.043.
- Keizer S.B., Kock N.B., Dijkstra P.D., Taminiau A.H., Nelissen R.G. Treatment of avascular necrosis of the hip by a non-vascularised cortical graft. *J Bone Joint Surg.* 2006;88(4):460-466. DOI: 10.1302/0301-620x.88b4.16950.
- Shuler M.S., Rooks M.D., Roberson J.R. Porous tantalum implant in early osteonecrosis of the hip preliminary report on operative, survival and outcomes results. *J Arthroplasty.* 2007;22(1):26-31. DOI: 10.1016/j.arth.2006.03.007.
- Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Мясоедов А.А., Иржанский А.А. Сравнительная характеристика результатов лечения ранних стадий остеонекроза головки бедренной кости различными методами декомпрессии. *Травматология и ортопедия России.* 2016;22(3):7-21. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-3-7-21. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Myasoedov A.A., Irzhansky A.A. [Comparison of different core decompression techniques for treatment of early stages of osteonecrosis of the femoral head]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;22(3):7-21. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-3-7-21.
- Shirokova K., Noskov S., Shirokova L. Comparison of clinical efficacy of platelet-rich plasma and autologous conditioned serum treatment in patients with osteoarthritis of the knee. *Osteoarthritis Cartilage.* 2017;25:438. DOI: 10.1016/j.joca.2017.02.756.
- Широкова Л.Ю., Носков С.М., Бахтиярова Т.И., Снигирева А.В., Носкова Т.С. Локальная терапия гоартроза аутологичной обогащенной тромбоцитами плазмой. *Современные технологии в медицине.* 2012;(1):97-100. Shirokova L.Yu., Noskov S.M., Bakhtiarova T.I., Snigiryova A.V., Noskova T.S. [Local therapy of gonarthrosis using autologous platelet-enriched plasma]. *Sovremennye tehnologii v medicine* [Modern Technologies in Medicine]. 2012;(1):97-100. (in Russian).
- Filardo G., Kon E., Roffi A., Di Matteo B., Merli M.L., Marcacci M. Platelet-rich plasma: why intra-articular? A systematic review of preclinical studies and clinical evidence on PRP for joint degeneration. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015;23(9):2459-2474. DOI: 10.1007/s00167-013-2743-1.
- Osawa A., Maruyama Y., Kaneko K. An examination of growth factor levels in platelet-rich plasma and correlations with age, gender, platelet count, and DHEAS. *Osteoarthritis Cartilage.* 2015;23:A400. DOI: 10.1016/j.joca.2015.02.738.
- Smith P.A. Intra-articular autologous conditioned plasma injections provide safe and efficacious treatment for knee osteoarthritis. *Am J Sports Med.* 2016;44(4):884-891. DOI: 10.1177/0363546515624678.
- Тихилов Р.М., Шубняков И.И. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. СПб.: РНИИТО им. П.П. Вредена; 2014. Т. 1. 368 с. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I. Rukovodstvo po khirurgii tazobedrennogo sustava [Guide to hip surgery]. St. Petersburg: RNIITO im. R.R. Vredena; 2014. Vol. 1. 368 p. (in Russian).
- Foster T.E., Puskas B.L., Mandelbaum B.R., Gerhardt M.B., Rodeo S.A. Platelet-rich plasma: from basic science to clinical applications. *Am J Sports Med.* 2009;37(11):2259-2272. DOI: 10.1177/0363546509349921.
- Кирилова И.А., Фомичев Н.Г., Подорожная В.Т., Этитейн Ю.В. Сочетанное использование остеопластики и обогащенной тромбоцитами плазмы в травматологии и ортопедии. *Травматология и ортопедия России.* 2008;(3):63-67. Kirilova I.A., Fomichev N.G., Podorozhnaya V.T., Etitein Yu.V. [Combinative use of osteoplasty and platelet-enriched plasma in traumatology and orthopedics]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2008;(3):63-67. (in Russian).

15. Хонинов Б.В., Сергунин О.Н., Скороглядоев П.А., Бегалиев А.А. Применение внутрисуставных инъекций в лечении остеоартрозов и перспективы использования обогащенной тромбоцитами плазмы (обзор литературы). *Вестник Российского государственного медицинского университета*. 2014;(3):36-40. Khoninov B.V., Sergunin O.N., Skoroglyadov P.A., Begaliev A.A. [Intra-articular injections use in the osteoarthritis treatment and platelet-rich plasma prospects: a literature review]. *Vestnik Rossiiskogo gosudarstvennogo meditsinskogo universiteta* [Bulletin of RSMU]. 2014;(3):36-40. (in Russian).
16. Xu Y., Jiang Y., Lin X., Bartold P.M. Human osteoblasts attachment to guided tissue regeneration membranes which were coated either with platelet-rich plasma or platelet-poor plasma. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2007;42(8):496-500. (in Chinese).
17. Lopez-Vidriero E., Goulding K.A., Simon D.A., Sanchez M., Johnson D.H. The use of platelet-rich plasma in arthroscopy and sports medicine: optimizing the healing environment. *Arthroscopy*. 2010;26(2):269-278. DOI: 10.1016/j.arthro.2009.11.015.
18. Рыбин А.В., Кузнецов И.А., Нетылько Г.И., Румакин В.П., Рыков Ю.А. Применение обогащенной тромбоцитами плазмы для стимуляции биопластических процессов после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки коленного сустава (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2015;(2):106-116. DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-2-106-116. Rybin A.V., Kuznetsov I.A., Netylko G.I., Rumakin V.P., Rykov Y.A. [Use of platelet-rich plasma for bioplastic processes stimulation after arthroscopic reconstruction of anterior cruciate ligament (review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(2):106-116. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-2-106-116.
19. Anitua E., Sánchez M., Nurden A.T., Zalduendo M.M., de la Fuente M., Azofra J., Andía I. Platelet-released growth factors enhance the secretion of hyaluronic acid and induce hepatocyte growth factor production by synovial fibroblasts from arthritic patients. *Rheumatology (Oxford)*. 2007;46(12):1769-1772. DOI:10.1093/rheumatology/kem234.
20. Yazawa M., Ogata H., Kimura A., Nakajima T., Mori T., Watanabe N. Basic studies on the bone formation ability by platelet rich plasma in rabbits. *J Craniofac Surg*. 2004;15(3):439-446.
21. Velich N., Kovacs K., Huszar T., Semjen G., Reiczigel J., Szabo G., Suba Z. The effect of platelet-rich plasma on new bone formation by augmentation with osseointegrative bone substitute material in beagle dogs. *Fogorv Sz*. 2004;97(1):23-27. (in Hungarian).
22. Kook M.S., Jung S., Shim K.M., Kang S.S., Park H.J., Ryu S.Y., Oh H.K. The effect of platelet rich plasma in bone formation on implant installation in the tibia of beagle dogs. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*. 2010;36(2):71-77. DOI: 10.5125/jkaoms.2010.36.2.71.
23. Wojtowicz A., Chaberek S., Kryst L., Urbanowska E., Ciechowicz K., Ostrowski K. Fourier and fractal analysis of maxillary alveolar ridge repair using platelet rich plasma (PRP) and inorganic bovine bone. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2003;32(1):84-86. DOI: 10.1054/ijom.2002.0310.
24. Oyama T., Nishimoto S., Tsugawa T., Shimizu F. Efficacy of platelet-rich plasma in alveolar bone grafting. *J Oral Maxillofac Surg*. 2004;62(5):555-558. DOI: 10.1016/j.joms.2003.08.023.
25. Guadilla J., Fiz N., Andia I., Sánchez M. Arthroscopic management and platelet-rich plasma therapy for avascular necrosis of the hip. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2012;20(2):393-398. DOI: 10.1007/s00167-011-1587-9.
26. Kraeutler M.J., Garabekyan T., Mei-Dan O. The use of platelet-rich plasma to augment conservative and surgical treatment of hip and pelvic disorders. *Muscles Ligaments Tendons J*. 2016;6(3):410-419. DOI: 10.11138/mltj/2016.6.3.410.
27. Sanchez M., Anitua E., Cugat R., Azofra J., Guadilla J., Seijas R., Andia I. Nonunions treated with autologous preparation rich in growth factors. *J Orthop Trauma*. 2009;23(1):52-59. DOI: 10.1097/bot.0b013e31818faded.
28. Martin J.R., Houdek M.T., Sierra R.J. Use of concentrated bone marrow aspirate and platelet rich plasma during minimally invasive decompression of the femoral head in the treatment of osteonecrosis. *Croat Med J*. 2013;54(3):219-224. DOI: 10.3325/cmj.2013.54.219.
29. Pak J., Lee J.H., Jeon J.H., Lee S.H. Complete resolution of avascular necrosis of the human femoral head treated with adipose tissue-derived stem cells and platelet-rich plasma. *J Int Med Res*. 2014;42(6):1353-1362. DOI: 10.1177/0300060514546940.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ:

Корыткин Андрей Александрович — канд. мед. наук, заведующий отделением ортопедии взрослых ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

Зыкин Андрей Анатольевич — канд. мед. наук, младший научный сотрудник, врач травматолог-ортопед ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

Захарова Дарья Валерьевна — аспирант, врач травматолог-ортопед ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

Новикова Яна Сергеевна — канд. биол. наук, младший научный сотрудник ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России, г. Нижний Новгород

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Andrey A. Korytkin — Cand. Sci. (Med.), Head of Adult Orthopedics Department, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Andrey A. Zykin — Cand. Sci. (Med.), Researcher, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Daria V. Zakharova — Graduate Student, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation

Yana S. Novikova — Cand. Sci. (Biol.), Researcher, Privolzhsky Research Medical University, Nizhny Novgorod, Russian Federation